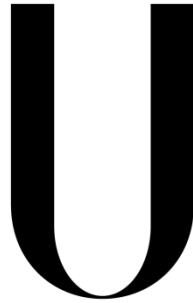


Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento Biologia Vegetal



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Distribuição de *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839 em
diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores**

Andreia Filipa Gonçalves Tracana

Dissertação
Mestrado em Ciências do Mar

2013

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Biologia Vegetal



**Distribuição de *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839 em
diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores**

Andreia Filipa Gonçalves Tracana

Dissertação
Mestrado em Ciências do Mar

Orientadores: Professor Doutor Ricardo Melo

Professora Doutora Ana I. Neto

2013

“A Natureza é o único livro que oferece um conteúdo
valioso em todas as suas folhas.”

Johann Goether

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Professora Doutora Ana Neto por me ter acolhido no seu grupo de trabalho (Grupo de Biologia Marinha), por ter aceite ser minha orientadora externa nesta fase do meu percurso académico e por estar sempre atenta e me repreender quando foi necessário. Gostaria de agradecer também o facto de me dar uma alternativa quando parecia tudo perdido. Ao mesmo tempo queria pedir desculpa por todos os aborrecimentos que lhe possa ter causado.

Agradeço ao Doutor Ruben Couto que me aceitou como orientanda mas devido ao estado de tempo atmosférico e marítimo não foi possível realizar a dissertação inicial e com quem, com muita pena, não tive oportunidade de trabalhar.

Ao Doutor Gustavo Martins e Mestre João Faria Santos que com a professora encontraram “uma solução para o meu caso” e por me orientarem durante a execução da dissertação.

Agradecer ao Mestre Nuno Álvaro, Doutor Gustavo e Mestre João Faria pelos mapas e imagens da *P. candei*. A todos que me ajudaram no campo: Ângelo, Nuno, Eva, João, Afonso, Gustavo, Emanuel, Eunice e Isadora.

Toda a equipa do CIRN e do Grupo de Biologia Marinha que conheci e que me receberam de braços abertos (não escrevo os nomes para não me esquecer de ninguém!).

Aos “Eurodisseia” e “Erasmus” com quem tive pouco tempo mas que fizeram parte e que também me deram muita força.

A todos que me apoiaram durante este mestrado, a todos os professores que leccionaram as disciplinas, a todas as pessoas que conheci durante estes dois anos.

Aos meus amigos que me iam incentivando ao trabalho

À minha família e ao meu namorado que sempre estiveram presentes.

Resumo

O intertidal é das áreas mais exploradas dos oceanos devido à sua fácil acessibilidade, diversidade ambiental, riqueza de organismos e facilidade de os observar. As condições ambientais variam de tal forma que os organismos intertidais possuem adaptações específicas para poderem viver nesse ambiente.

Nos Açores, o intertidal é constituído por escarpas altas e ingremes, com praias de escoada, blocos e areia. De origem basáltica, é substrato para musgos algais, algas frondosas e crostosas e invertebrados como cracas, litorinas e lapas.

P. candei gomesii é uma subespécie que só existe nos Açores e encontra-se no intertidal e no subtidal pouco profundo. Esta lapa é sujeita a uma exploração elevada podendo levar a extinção e consequentemente à dominância algal no intertidal açoriano.

O objectivo do presente estudo é avaliar se existem diferenças na distribuição e no tamanho da lapa *Patella candei* em diferentes habitats naturais da zona intertidal (blocos e escoada lávica) da ilha de São Miguel. Procedeu-se à realização de quantificações e de medições dos organismos associados aos substratos, assim como à recolha de fotografias, posteriormente analisadas em laboratório, para a obtenção de percentagens de cobertura.

Os resultados revelaram que a comunidade de ambos os habitats é dominada por musgo algal e rocha nua integrando formas crostosas, litorinas e cracas em menor abundância, com contribuições diferentes e que variam ao longo do tempo. A abundância e tamanho de *P. candei* variaram com o habitat, estando a menor abundância e os organismos de maior tamanho no habitat escoada.

Palavras – Chave:

Patella candei gomesii; população; blocos; escoada; intertidal

Abstract

The intertidal is one of the most explored areas due to its easy access, environmental diversity and to the easily observed organisms' richness. The environmental conditions vary a lot, therefore the organisms need specific adaptations to be able to live in such harsh conditions.

The Azorean intertidal consists of high and steep cliffs with rocky platforms, cobble, boulder and few sand beaches. The basaltic substrate is covered by algal turf, canopy-forming and encrusting algae and invertebrates like barnacles, littorids and limpets.

P. candei gomesii is an endemic Azorean limpet that can be found on subtidal and mid shore locations. The intense exploitation of this limpet can lead to its extinction and as a result in an algal dominance of the Azorean intertidal.

The main aim of this study is to evaluate the differences in distribution and size of the limpet *Patella candei* in different natural habitats (boulders and rocky platforms) of the S. Miguel Island intertidal. Quantifications and measurements of organisms associated to the substrates were made, as well as the collection of photography's, analyzed posteriorly in the laboratory, to obtain the cover percentage.

In both habitats the community is mostly represented by the algal turf and bare rock with a lower abundance and isolated contributions of encrusting algae, littorids and barnacles that varied along the time. *P. candei* size and abundance varies with habitat, with the lower abundance and largest lengths recorded on the rocky platforms locations.

Key-words:

Patella candei gomesii; population; boulders; rocky platforms; intertidal

Índice

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract.....	V
1 - Introdução	7
1.1. Comunidades biológicas do litoral rochoso	7
1.1.1. Litoral rochoso no arquipélago dos Açores	9
1.2. Género <i>Patella</i>	12
1.2.1. <i>Patella candei gomesii</i>	14
1.3. Exploração de lapas nos Açores e efeitos nas comunidades litorais.....	16
2. Metodologia	18
2.1. Área de estudo	18
2.2. Caracterização da comunidade.....	19
2.3. Análise Estatística.....	19
3 - Resultados.....	21
3.1 - Comunidade	21
3.2 - Distribuição e abundância de <i>Patella candei</i>	25
4 - Discussão	30
4.1 - Comunidade	30
4.2 - Distribuição e abundância de <i>Patella candei</i>	31
5 - Bibliografia	33

1 - Introdução

1.1. Comunidades biológicas do litoral rochoso

O biota que encontramos em qualquer localização é determinado pela habilidade de colonizar os locais e tolerar vários gradientes de stress. O litoral rochoso tem maior influência de habitats costeiros do que de terrestres, pelo que o recrutamento larval e assentamento de propágulos é maioritariamente feito por fontes exteriores (Thompson *et al.*, 2002). As adaptações dos organismos são respostas ao stress que sofrem num determinado habitat. Em pequena escala, as variações podem ser explicadas pela distribuição local de certos organismos - distribuição em mosaico. Estes mosaicos variam em tempo e espaço e são condicionados por factores físicos ou biológicos que criam espaços para a recolonização produzindo um substrato diferente ou altera condições físicas numa área (Nybakken, 1997).

O intertidal é o ecossistema melhor conhecido entre os ecossistemas marinhos. É das áreas mais exploradas dos oceanos devido à sua fácil acessibilidade, diversidade ambiental, riqueza de organismos e facilidade de observação dos mesmos. Esta interface terra-mar tem uma área restrita que pode ir de alguns metros a centímetros dependendo do declive da costa e das variações de marés. Este habitat restrito sofre as maiores variações ambientais comparado com qualquer outra área marinha (litoral arenoso e praias de areia, mar aberto e oceano profundo, Nybakken, 1997; Barnes *et al.*, 1999; Thompson *et al.*, 2002). É uma zona do meio marinho importante para alimentação, descanso, desova e “maternidade” de organismos marinhos móveis como peixes, crustáceos, aves, répteis e mamíferos (Thompson *et al.*, 2002).

A acessibilidade facilitada ao intertidal rochoso proporciona vulnerabilidade numa variedade de impactos antropogénicos como a apanha e recreação, actividades que ocorrem principalmente durante a maré-baixa. O stress antropogénico tem efeito no comportamento e fisiologia dos organismos influenciando o metabolismo, a respiração, o crescimento, os padrões de actividade, o rendimento reprodutivo e as respostas imunitárias. As consequências são frequentemente expressas por efeitos subletais que alteram

o balanço competitivo entre espécies e influenciam indirectamente a sua distribuição e abundância (Nybakken, 1997; Thompson *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2010a). A recuperação de impactos físicos como a apanha e o pisoteio, depende do ciclo de vida da espécie em questão, sendo que uma rápida recuperação é favorecida se o recrutamento larvar for feito por populações não afectadas. (Thompson *et al.*, 2002).

As condições ambientais que as comunidades intertidais sofrem variam extraordinariamente. Os organismos têm de se adaptar à subida e descida da maré, à temperatura, à acção das ondas, à salinidade e a outros factores como o tipo de substrato, o pH e a disponibilidade de nutrientes.

O declive do intertidal é um factor físico que determina a superfície da rocha utilizada pelos organismos. Quanto mais plana a costa, maior a largura do substrato num intervalo de maré (Barnes e Hughes, 1999). As marés influenciam a distribuição de cada organismo sendo comum observar faixas ou bandas horizontais com um grupo específico de organismos, segundo a tolerância de cada espécie à emersão e à altura do dia em que o intertidal está exposto (zonação). O tempo de exposição ao ar devido a alternância de marés (gradiente vertical e unidimensional principalmente) pode provocar a dessecação dos organismos expondo-os a temperaturas elevadas (diferença entre a temperatura do ar e a temperatura da água e a evaporação da água do mar aumentando a salinidade no local) podendo chegar a limites letais assim como influenciar a alimentação, respiração e reprodução dos mesmos. Para evitar temperaturas mais elevadas, as espécies reduzem o calor ganho pelo ambiente e aumentam a perda de calor do corpo. Um mecanismo de equilíbrio térmico é a dimensão dos corpos (corpos grandes têm menos área de superfície relativamente ao volume logo menos área para ganhar calor), outro é a redução da área do corpo em contacto com o substrato (difícil porque isto significa que terá menos contacto com o substrato logo mais difícil de se manter fixo e não ser removido pelas ondas). Existem ainda moluscos que para evitarem o ganho de calor têm cores claras e conchas ornamentadas. Outro mecanismo é a utilização da água que armazenam na cavidade do manto para equilibrar a temperatura, diminuindo a dessecação, como o exemplo das lapas e das cracas (Nybakken, 1997). A altura do dia afecta a alimentação e outras

actividades devido à exposição a temperaturas altas (maré-baixa ao meio-dia – perigo de dessecação – habitats tropicais) ou a temperaturas baixas (maré-baixa à noite ou manhã – perigo de congelamento – habitats frios). (Barnes *et al.*, 1999; Nybakken, 1997; Thompson *et al.*, 2002). O stress salino nos organismos intertidais é elevado devido à sua intolerância às mudanças salinas - são osmoconformes (não têm mecanismos de controlo na osmolaridade nos fluidos corporais) sendo a única adaptação fecharem-se em si mesmos (cracas e moluscos). A reprodução destes organismos é externa e sincronizada por ciclos de marés, ocorrendo a fertilização normalmente nas marés primaveris (Nybakken, 1997; Thompson *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2010a).

Os organismos perdem água logo que a maré desce tendo mecanismos estruturais e/ou comportamentais para o evitar. Espécies móveis simplesmente movem-se para locais abrigados como tocas ou fendas ou mesmo entre a cobertura algal; os caramujos selam completamente a abertura do opérculo e as algas resistem a grandes perdas de água tolerando até 90% e recuperar. As lapas do género *Patella*, *Acmae*, *Lottia* e *Collisella* podem recuperar de uma perda de água de 30% a 70% dependendo da espécie mas a perda é minimizada porque têm uma “home scar” – uma “cicatriz” no local onde quando a maré baixa a concha encaixa precisamente na rocha e sela (Nybakken, 1997; Martins *et al.*, 2010a). Organismos herbívoros como as lapas são escassos em áreas de grande sedimentação (Barnes *et al.*, 1999; Nybakken, 1997; Thompson *et al.*, 2002; Airolidi e Hawkins, 2007).

Outro parâmetro físico que influencia o intertidal é a acção das ondas (gradiente horizontal e multidimensional). Para além do efeito mecânico em remexer o substrato, esmagar e atirar objectos, tem o efeito colateral de contribuir para a mistura dos gases atmosféricos na água aumentando o oxigénio dissolvido (Barnes *et al.*, 1999; Nybakken, 1997; Thompson *et al.*, 2002; Airolidi e Hawkins, 2007).

1.1.1. Litoral rochoso no arquipélago dos Açores

O Arquipélago dos Açores encontra-se entre as coordenadas 37° a 40°N e 25° a 31°W (Figura 1). É o grupo de ilhas mais isolado no Atlântico Norte e

Distribuição de Patella candei gomesii d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

constituído por nove ilhas vulcânicas agrupadas em três grupos (grupo ocidental, central e oriental) (Dionísio *et al.*, 2007; Wallenstein *et al.*, 2008).

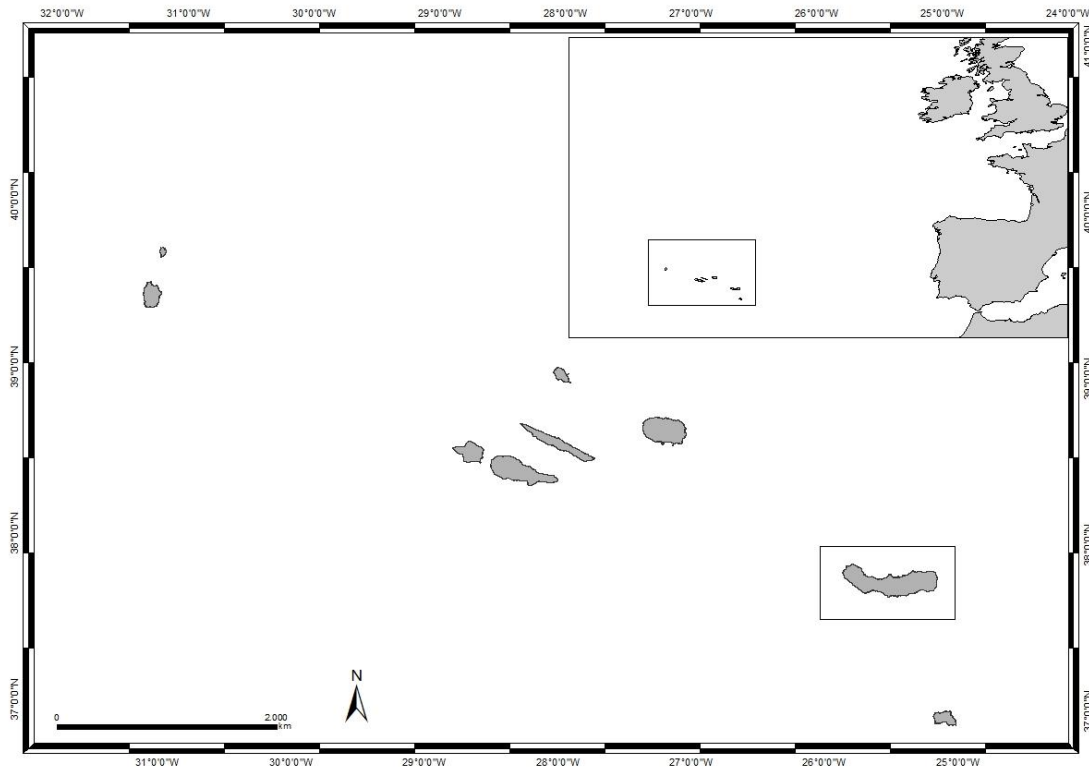


Figura 1 – Enquadramento geográfico do arquipélago dos Açores (NVÁlvaro, LAIR-Ciimar)

A costa apresenta uma topografia muito acidentada com altas e íngremes escarpas, plataformas de escoadas, blocos (retendo calhaus, cascalho e areia grossa) e praias rochosas ou de areia, geralmente de difícil acesso por terra. As plataformas intertidais podem ser estreitas ou extensas, recortadas por canais ou ravinas e as rochas podem conter um grande número de fendas irregulares de tamanhos diferentes que abrigam invertebrados e oferecem fixação a algas (Morton *et al.*, 1998; Wallenstein *et al.*, 2008; 2009; Martins *et al.*, 2008a;b; 2010a;b). A rocha basáltica é dura e negra absorvendo a radiação solar e criando um ambiente quente, seco e agressivo para os organismos, durante as marés baixas em rocha exposta. Em fendas e rachas onde é mais abrigado, conserva-se a humidade e frescura criando um ambiente propício para alguns organismos menos tolerantes a mudanças de temperatura se desenvolverem (Wallenstein *et al.*, 2008; 2009).

As ilhas dos Açores são rodeadas por águas profundas (aproximadamente 1000 m) e sofrem grande influência de correntes como a Corrente Norte-

Atlântica a norte e a Corrente dos Açores a sul. A Corrente dos Açores tem origem num braço da corrente do Golfo (perto dos Grandes Bancos entre 40°N e 45°W aproximadamente). Tendo no Inverno um único braço, apresenta no Verão uma bifurcação (a corrente mais a norte flui para a região da corrente dos Açores e a corrente mais a sul tem um giro ciclónico antes de se fundir com a corrente dos Açores) (Gyory *et al.*, 2013).

A maioria dos nutrientes que escoam de terra são perdidos rapidamente para o oceano e o isolamento limita qualquer influência de massas de terra próximas (Martins *et al.*, 2008b). A variação de dispersão e recrutamento dos organismos pode ocorrer em escalas temporais muito diferentes (Bennedetti-Cecchi *et al.*, 2003).

As costas estão muito expostas à energia da acção das ondas que tem intensidades e direcções variáveis. Durante o Inverno o vento predominante é de Sudoeste (9 - 23 nós) e no Verão tendencialmente de Nordeste (4,5 - 13 nós). Os temporais são periódicos e não muito severos, provenientes maioritariamente de Oeste e de Noroeste e durando três a quatro dias por mês no Inverno e um dia a cada dois meses no Verão. Podem originar ondas de até dez metros de altura (Dionísio *et al.*, 2007; Wallenstein *et al.*, 2008).

As marés nos Açores são semi-diurnas com uma amplitude de 2 m devido à distância do arquipélago ao centro anfidrómico (ponto onde a amplitude de maré é mais baixa e onde as marés circulam entorno dele no sentido contrário aos ponteiros do relógio no hemisfério norte). As correntes de maré variam entre inexistentes até de 3 m/s. A água do mar dos Açores é caracterizada por elevada salinidade (35 ppm) e temperatura superficial amena (no Inverno de 18°C e no Verão de 22 / 23 °C) (Wallenstein *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2010a;b).

As comunidades do intertidal são caracterizadas sobretudo por algas vermelhas e castanhas (regiões frias) que, no intertidal se distribuem em mosaico integrando espécies com variadas formas de crescimento (crostoso, musciforme e frondoso). O musgo é a forma predominante de crescimento algal nesta região do litoral (Wallenstein *et al.*, 2008). O musgo é composto por

ligações de talos e de substrato algal de espécies de pequeno porte que se fixam e se adaptam (Wallenstein *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2010a;b).

Nos Açores, as comunidades intertidais estão organizadas em quatro zonas em que as fronteiras podem ser muito ténues. A zona mais alta é dominada por litorinídeos, a seguinte por cracas e algumas espécies algais (*Ulva* spp., *Blidingia* spp., *Porphyra* spp. (Inverno, Primavera), *Nemalion herminthoides* (Primavera, Verão). Abaixo surgem os musgos algais e algumas algas frondosas (*Fucus spiralis* e *Gelidium microdon*). Em costas mais instáveis de calhau rolado, encontram-se musgos finos monoespecíficos e em substrato mais estável (blocos e escoada) musgo multiespecíficos. A zona mais baixa é dominada por algas frondosas (Wallenstein *et al.*, 2008).

O substrato, que já é limitado, é partilhado por algas e invertebrados onde estas proporcionam alimento e abrigo. Os principais invertebrados são as lapas *Patella aspera* (Röding 1798) e *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839, as cracas (*Chthamalus stellatus* Poli, 1791), as litorinas (*Littorina striata* King, 1832 e *Melarhaphe neritoides* Linnaeus, 1758) e os caranguejos (*Pachygrapsus marmoratus* Fabricius, 1787) (Morton *et al.*, 2008; Wallenstein *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2010a).

1.2. Género *Patella*

Patellogastropoda é o grupo vivo mais primitivo nos Gastropoda onde se inclui a família Patellidae, que é encontrada principalmente nas costas rochosas em todos os oceanos. O grupo tem como características distintivas: concha secundária desenrolada, dois pares de dentes radulares laterais externos, rotação do pericárdio, presença de brânquias paliais, estrias sensoriais subpaliais, concha microestrutural incluindo camadas lamelares cruzadas cónicas e foliadas (Nakano e Ozawa, 2007).

O género *Patella*, onde se reconhecem nove espécies, encontra-se em todos os oceanos, principalmente na costa nordeste Atlântica e nas Ilhas Britânicas e Mediterrânicas e está ausente na costa oriental do Oceano Atlântico (Tavares, 2007). Encontra-se também em águas quentes do Indo-pacífico, estendendo-se

até ao Japão, costa leste da América Central e sul das ilhas Kermadec e águas temperadas do sul da Austrália (Guerra & Gaudêncio, 1986; Côrte-Real *et al.*, 1996; Cunha *et al.*, 2007). Os padrões de distribuição local são influenciados pela ocorrência de microhabitats. A densidade de lapas claramente diminui com a redução da exposição do habitat (Jenkins e Hartnoll, 2001).

Estes organismos alimentam-se durante a noite nas contiguidades do substrato onde durante o dia se fixam (Lindner, 2000 *fide* Tavares, 2007). A alimentação consiste em biofilme algal e estados iniciais de macroalgas. Alimentam-se raspando o substrato. O biofilme algal nas costas rochas é constituído predominantemente por matéria orgânica (mucos), bactérias e microalgas (diatomáceas e cianobactérias). Devido à sua alimentação, a lapa é considerada uma espécie-chave pois regula o recrutamento e crescimento de macroalgas as quais estruturam a comunidade principalmente em costas expostas (Thompson *et al.*, 2005; Jenkins & Hartnoll, 2001).

A taxonomia destes organismos é difícil devido à sua plasticidade morfológica o que confundiu os taxonomistas quanto às espécies existentes na região biogeográfica da Macaronésia que compreende as ecoregiões dos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde é um grupo de ilhas vulcânicas com origem no Micénico (Côrte-Real *et al.*, 1996; Cúrdia *et al.*, 2005; Tavares, 2007). Côrte-Real *et al.*, (1996) resolveu as incertezas, integrando estudos morfológicos com moleculares, e concluiu que a espécie *P. candei* nos Açores é distinta da que ocorre no resto da Macaronésia, possivelmente devido ao isolamento físico do Açores, sendo assim tão importante a sua conservação (Côrte-Real *et al.*, 1996; Weber e Hawkins, 2002; Cúrdia *et al.*, 2005).

A subespécie *Patella candei gomesii* (Gastropoda, Archeogastropoda) encontra-se tanto no intertidal como no subtidal pouco profundo. No intertidal encontra-se no supra e mediolitoral com dois morfotipos: “lapa mansa” - principalmente em zona de blocos (onde existe maior hidrodinamismo) e “lapa mosca” - no supralitoral, em zonas de respingos e em áreas expostas. A natureza do substrato também influencia a sua presença no intertidal. Os espécimes que se encontram em substrato macio têm a concha fortemente

esculpida pois o organismo escava um nicho de protecção enquanto que as conchas de espécimes encontradas em rocha dura são mais lisas devido ao crescimento rápido e elevada biomassa presente nos blocos. No litoral dos Açores, caracterizado por rocha dura, existem apenas duas espécies: *Patella candei gomesii* e *P. aspera* (Figura 2) (Hawkins *et al.*, 1990; Côrte-Real *et al.*, 1996; Weber & Hawkins, 2002; Cúrdia *et al.*, 2005).

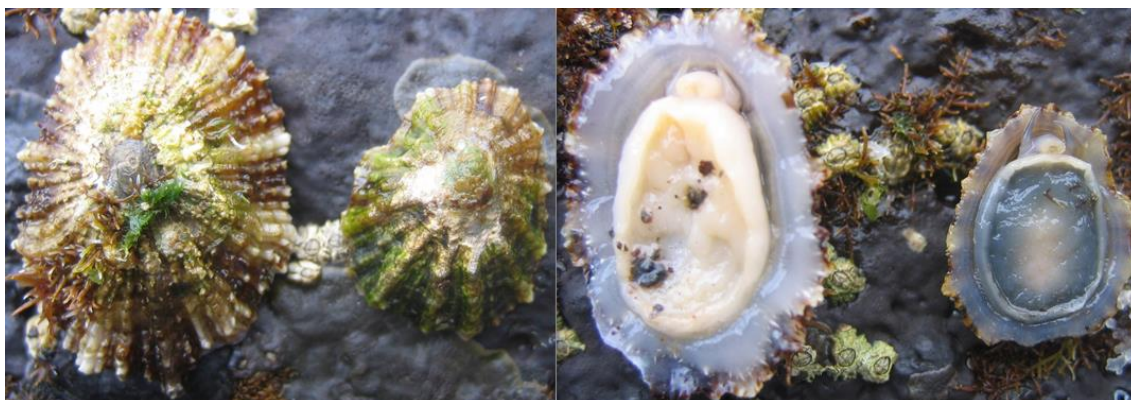


Figura 2 - Vista dorsal e interna das subespécies de patelas existentes no intertidal rochoso dos Açores (*Patella aspera* e *Patella candei gomesii*, respectivamente) (cedido por Gustavo Martins e João Faria, LAIR/CIIMAR).

1.2.1. *Patella candei gomesii*

Patella candei gomesii é exclusiva da Macaronésia. Outras espécies exclusivas desta região são *P. candei ordinaria* na Madeira, *P. candei crenata* nas Canárias e *P. candei candei* nas Desertas. De todas, *P. candei gomesii* é a mais divergente e isolada (Côrte-Real *et al.*, 1996; Weber e Hawkins, 2002; Tavares, 2007), o que parece reflectir o maior isolamento do arquipélago dos Açores.

Tal como a maioria dos invertebrados bentónicos do intertidal rochoso, as lapas têm complexos ciclos de vida que variam entre uma fase planctónica a uma fase bentónica (fase predominante do ciclo) (Martins *et al.*, 2008a).

P. candei gomesii reproduz-se durante todo o ano, com um pico no fim do Verão e sem períodos de repouso. As fêmeas estão maduras reprodutivamente a maior parte do ano, aumentando significativamente o volume ocupado pelos oócitos e pelas suas células maduras em Abril e decrescendo para o mínimo em Julho quando o menor número de células maduras é registado (Cúrdia *et al.*, 2005). Os machos apresentam um comportamento similar aumentando em Abril a abundância de espermatozóides decrescendo em Julho para níveis

mínimos mas valores máximos de espermatozóides (Cúrdia *et al.*, 2005). Existe sincronização entre sexos, o que aumenta as hipóteses de fertilização, tendo apenas uma desova por ano. A temperatura de superfície do mar influencia a desova devido à fase larvar que esta espécie possui. Quando as temperaturas estão mais altas, no Verão e princípio de Outono (Julho - Outubro), ocorre o máximo desenvolvimento das gónadas e o início da desova, que pode perdurar até Janeiro mesmo com temperaturas mais baixas (Cúrdia *et al.*, 2005). O início da desova ocorre quando o plâncton está no seu desenvolvimento máximo e sobe na coluna de água aumentando as hipóteses de desenvolvimento, pois é o principal alimento da fase planctónica da lapa. Quando as temperaturas estão mais baixas, no fim do Inverno e meio da Primavera (Fevereiro - Abril), ocorre o início do desenvolvimento das gónadas e início do ciclo (Cúrdia *et al.*, 2005;). Depois do período planctónico, as larvas fixam-se as rochas e fendas húmidas e vão subindo lentamente à medida que crescem (Little *et al.*, 1991 *fide* Tavares, 2007).

A agregação espacial adoptada pelas lapas em locais com grande exposição a vento e ondas não afecta o sucesso reprodutivo ou a alimentação. Lapas em locais expostos, além de terem uma dieta de qualidade diferente da população abrigada, têm também acesso a uma maior quantidade de alimento, factor importante para o assentamento larvar e como fonte de alimento de vários herbívoros (Morais *et al.*, 2003).

Em ilhas oceânicas, a baixa retenção larvar e produtividade local tem pouco impacto no recrutamento local o qual parece ser mais influenciado por factores de larga escala como as correntes que na fase planctónica dispersão das larvas determinam a biogeografia de cada espécie (Martins *et al.*, 2008a;b). Para não serem esmagadas ou varridas pelas ondas do mar e pelas correntes, as lapas desenvolvem adaptações específicas, e.g.: a forma da concha (cónica e não esférica ou espiral que é mais adequada para o propósito), o baixar a concha colocando a borda inferior da concha em contacto directo com o substrato (criando fricção entre a concha e o substrato o que proporciona um aumento de resistência à interceptação horizontal e previne deslocamentos) e a firme aderência ao substrato usando em simultâneo uma secreção específica com sucção (a secreção é um muco pedal adesivo com propriedades colantes

diferente em proteínas e hidratos de carbono do outro muco lubrificante que produz; a sucção funciona simultaneamente em tensão e compressão do pé). A sucção funciona com secções do pé que contraem para cima produzindo tensão no fluido anexo debaixo do fluido do pé, criando zonas de pressão reduzida equilibradas pelas forças normais do substrato colocando as outras secções do pé sobre compressão. O animal move-se ao longo da superfície da rocha com estas zonas de reduzida pressão que migram através do pé em “ondas pedais”. A sucção garante uma forte firmeza no substrato e permite deslizar com relativa facilidade em superfície lisa. A lapa cresce e o bordo da mesma molda-se às irregularidades da rocha, aumentando a força de adesão ao substrato (Cabral e Jorge, 2007).

1.3. Exploração de lapas nos Açores e efeitos nas comunidades litorais

A remoção de recursos tem maior efeito na linha de costa tanto a escala regional como local, tendo aumentado nos últimos anos nos países desenvolvidos devido à pressão exercida sobre os recursos pela expansão das populações humanas. A directa exploração tem tido impacto nas comunidades e funcionamento dos ecossistemas (níveis tróficos superiores), e as espécies - alvo têm sido muito afectadas. Quando o recrutamento é elevado, a média do tamanho dos indivíduos é afectada levando a que os maiores indivíduos sejam apanhados e a população apresente sinais de sobreexploração.

As lapas *Patella* spp. são exploradas para consumo nos arquipélagos das Canárias (considerada extinta excepto em uma ilha), Madeira e Açores considerando unicamente as ilhas Selvagens como uma área preservada devido ao seu difícil acesso. Nos Açores há registos de um dramático declínio populacional com elevado risco de extinção porque o recrutamento é baixo e todas as populações são exploradas não havendo locais onde não tenha sido afectado o recrutamento larvar (Hawkins *et al.*, 2000; Ferraz *et al.*, 2001; Thompson *et al.*, 2002; Weber e Hawkins, 2002; Cúrdia *et al.*, 2005; Cunha *et al.*, 2007; Ribeiro, 2008; Martins *et al.*, 2008a;b; 2010a;b). Comparando o mesmo local (Caloura), em 1988 e 2008, a média de abundância da lapa *P. candei* era de ~61 e decresceu para 7,2 indivíduos / m² (Martins *et al.*, 2009).

A exploração deixa espaço, favorecendo o crescimento e dominância de musgo algal e reduzindo o espaço disponível à colonização por outros organismos. As lapas consomem as algas mas não na sua fase adulta pelo que o musgo consegue persistir e acabar por dominar. Qualquer mudança tem efeitos directos e indirectamente na organização ecológica dos indivíduos como é evidente na estrutura da comunidade intertidal dos Açores onde o musgo algal está bem estabelecido e os gastrópodes ocupam o espaço disponível (Guerra & Gaudêncio, 1986; Thompson *et al.*, 2002; Cúrdia *et al.*, 2005; Wallenstein *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2008a;b; 2010a).

Ferraz *et al.*, (2001) e Cunha *et al.*, (2007) referem a elevada exploração de *Patella candei* nos Açores e alertam para o alto risco de extinção desta espécie por sobreexploração. A legislação e fiscalização actuais revelam-se insuficientes, pelo que é necessário promover estratégias alternativas (Hawkins *et al.*, 2000; Thompson *et al.*, 2002; Cúrdia *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 2008a;b; 2010b). Isso depende de um conhecimento aprofundado da espécie e da dinâmica dos sistemas a que está associada.

É neste contexto que surge o presente projecto. Pretende-se avaliar se existem diferenças na distribuição da lapa *Patella candei* em diferentes habitats naturais da zona intertidal nomeadamente em dois habitats distintos de origem basáltica (blocos rochosos e escoada lávica). Propõe-se amostrar os dois tipos de substrato natural em três locais na costa Sul da ilha de São Miguel, Açores, com condições de exposição hidrodinâmica semelhantes.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

A ilha de S. Miguel é a maior ilha do arquipélago, com uma área de 750 km² com a sua linha de costa constituída por altas escarpas, plataformas rochosas e algumas praias de areia geralmente de difícil acesso (Wallenstein *et al.*, 2008).

A amostragem foi realizada na zona mediolitoral (durante a maré-baixa) em três locais a sul da ilha de São Miguel: Ponta Delgada, Caloura e Lagoa escolhidos pelo facto de estarem na proximidade de P. Delgada, terem fácil acesso, e terem representatividade dos dois habitats de substrato rochoso basáltico em estudo, nomeadamente escoada lávica e blocos de média dimensão (factor fixo) (Figura 3).

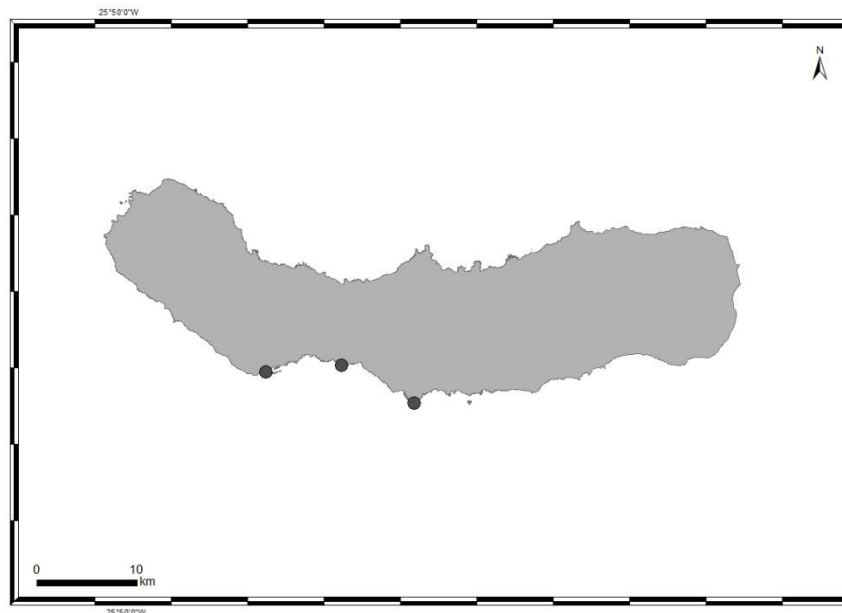


Figura 3 – Localização dos pontos de amostragem realizada na ilha de S. Miguel, Açores (NV Álvaro, LAIR-Ciimar).

As comunidades que residem em blocos rochosos são muito estudadas devido aos distúrbios a que são sujeitas. Os blocos distinguem-se da escoada por terem alguma mobilidade e serem ocupados por comunidades menos diversificadas (Wallenstein *et al.*, 2008). A mobilidade devido à acção das ondas leva à remoção da cobertura biótica em locais aleatórios provocando uma fragmentação de habitat (habitat em mosaico) e criando locais disponíveis à colonização. (Barnes, 2000; Wallenstein *et al.*, 2008). A escoada lávica é um

substrato compacto que pode apresentar muitas poças e fendas (Martins *et al.*, 2010a;b).

Os três locais possuem um grande hidrodinamismo (considerados como expostos a muito expostos) e são locais conhecidos de apanha de lapa. A Caloura é Sítio de Interesse Comunitário (SIC) (Wallenstein *et al.*, 2008).

2.2. Caracterização da comunidade

A amostragem realizou-se mensalmente entre os meses de Março a Agosto de 2013, onde o mês de Maio a Agosto são meses de apanha de lapa.

Utilizou-se uma metodologia mista usando como área de amostragem quadrados de 25 x 25cm (625 cm²). replicados dez vezes em cada habitat. No campo, cada quadrado foi fotografado (Sony® Cyber-shot DSC-V3) para posterior leitura dos organismos sesséis em laboratório. Após a realização da fotografia, registou-se o número total de indivíduos móveis presentes, e.g. litorinas (*Littorina striata* e *Melarhaphe neritoides*), caranguejos (*Pachygrapsus marmoratus*) e lapas (*P. candei gomesii*).

No laboratório as fotografias foram analisadas com recurso ao software CPCe® (Kohler e Gill; 2006) (Martins *et al.*, 2008b). Este programa seleccionou aleatoriamente nas fotografias, uma área equivalente à usada no campo (625 cm²) cinquenta “pontos” registando a presença dos seguintes grupos de organismos: algas erectas, algas incrustantes, cracas (*Chthamalus stellatus*) e rocha nua. Todos os dados recolhidos, tanto durante a leitura directa do quadrado como a quantificação a partir do programa CPCe® foram organizados por mês / local / habitat, no software Excel 2010® do Microsoft Office® (Martins *et al.*, 2008b).

2.3. Análise Estatística

Calcularam-se as médias de abundância de *P. candei*, litorinas e outros macroinvertebrados. Para os restantes grupos funcionais calcularam-se as percentagens de cobertura. Para a variância dos dados foi calculado o erro-padrão.

Foi efectuada a análise PERMANOVA (permutational MANOVA) aos dados de abundância dos organismos amostrados a fim de identificar qual a variação

associada aos factores habitat, local e mês. Considerou-se o seguinte desenho experimental: habitat com dois níveis (bloco e escoada – factor fixo); local com três níveis (Caloura, Lagoa e Ponta Delgada - factor aleatório) e mês com cinco níveis (de Abril a Agosto, inclusive – factor aleatório). Esta análise foi efectuada com o software PRIMER[®] (Clarke, 2006). Todas as análises multivariadas foram realizadas em dados não transformados usando a matriz de similaridade de Bray-Curtis e o número de permutações de 999.

Para perceber a interacção habitat/local/mês foi realizado o teste de comparação (Pairwise test) testando o local com o mês para avaliar se existem ou não diferenças entre habitats em cada par local/mês. Para identificar quais os grupos funcionais que contribuiriam para a similaridade dentro de cada habitat e entre habitats foi realizada uma análise SIMPER. Para a representação gráfica foi utilizada a ordenação bidimensional não-paramétrica (nMDS) (Kruskal, 1964).

Para compreender a interacção habitat/local, referente ao número de lapas, foi realizado o teste de comparação (Pairwise test, Bakus, 2007) em que o factor habitat foi comparado para cada local, para perceber qual o local em que os habitats diferem.

Para a análise estatística do comprimento total de *P. candei* amostrada nos dois habitats foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov para duas amostras (Justel *et al.*, 1997) combinando os factores local e mês para comparar cada habitat (bloco e escoada).

Para comparar a presença de dois organismos que partilham o mesmo habitat que a lapa, foi realizado uma correlação entre litorinas e lapas e cracas e lapas além da determinação do coeficiente de correlação (R^2) e recta de regressão.

O intervalo de confiança usado nas análises foi de 95%.

3 - Resultados

3.1 - Comunidade

A comunidade em estudo é predominantemente dominada por musgo algal e rocha nua onde raras exceções, a cobertura foi superior a 20% (Figura 4). Os grupos funcionais com coberturas mais baixas foram as cracas e as algas incrustantes. Estas últimas são dominantes em blocos comparativamente à escoada. As cracas, pelo contrário são dominantes em escoada, apresentando contudo um valor de cobertura elevado em ambos os habitats em Abril.

No habitat blocos, à excepção do mês de Abril, a percentagem de cobertura de musgo algal manteve-se elevada e praticamente constante entre os vários meses; em escoada houve em todos os meses variações de percentagem de cobertura.

O grupo funcional das algas incrustantes foi sempre mais abundante nos blocos, com variações percentuais não muito elevadas (entre os 15% e os 20% aproximadamente). Na escoada este grupo foi bem menos abundante, só tendo representatividade acima dos 5% nos meses de Abril e Junho.

Registou-se uma elevada percentagem de rocha nua, sempre acima dos 30%.

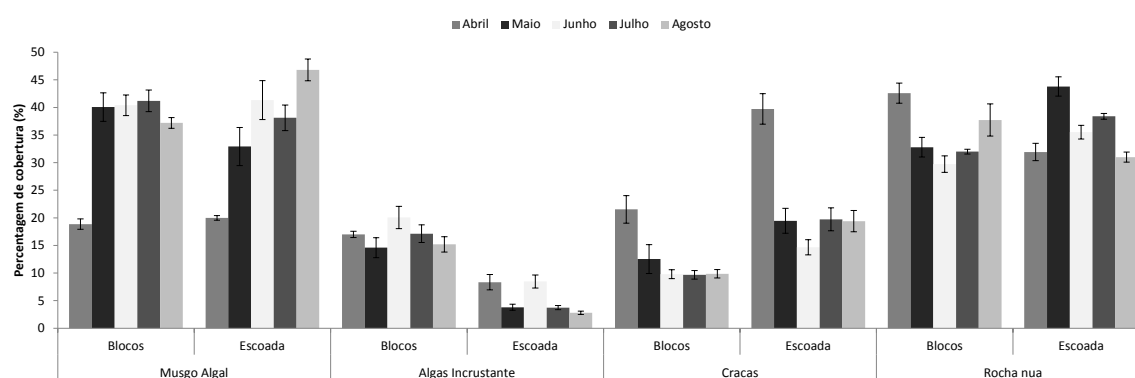


Figura 4 – Percentagem de cobertura dos grupos funcionais (cracas, musgo algal e incrustantes) e rocha nua ao longo do tempo de amostragem em cada habitat (bloco e escoada) e respectivo erro-padrão.

A representatividade dos grupos funcionais menos abundantes (caranguejos e litorinas) revela uma maior abundância de litorinas em escoada que em blocos

Distribuição de Patella candei gomesii d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

principalmente no mês de Abril em escoada. Os caranguejos são raros em ambos os habitats (Figura 5).

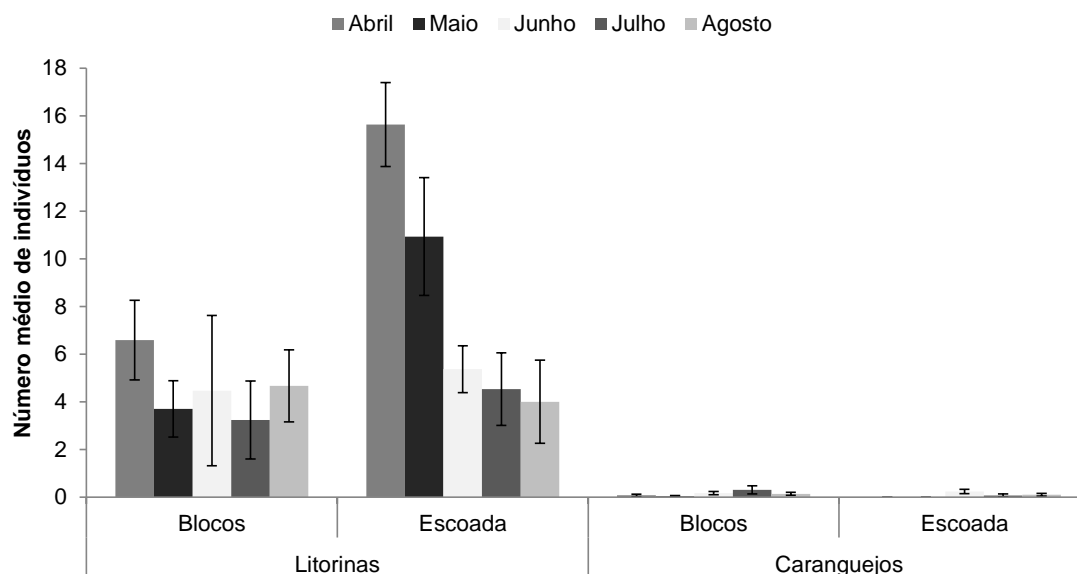


Figura 5 – Número médio de indivíduos dos grupos funcionais menos abundantes (litorinas e caranguejos) ao longo do tempo de amostragem em cada habitat (bloco e escoada) e respectivo erro-padrão.

A análise PERMANOVA efetuada identificou uma significância na interação habitat, local, mês ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 –PERMANOVA aos grupos funcionais comparando os meses com os habitats e com os locais. (* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$)

	df	Comunidade	
		MS	F
Habitat	1	10646	4,1626
Local	2	5256,4	2,6808*
Mês	4	2226,2	1,1354
Habitat x Local	2	1974,1	2,1694
Habitat x Mês	4	802,04	0,88137
Local x Mês	8	1960,8	4,1901**
Habitat x Local x Mês	8	910	1,9447*

O teste de comparação *Pairwise* para testar as causas da interação habitat/local/mês revelou diferenças significativas entre os dois habitats para todos os meses na Caloura, em Agosto na Lagoa e em Abril e Maio em P. Delgada (Tabela 2).

Distribuição de *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

Tabela 2 – Comparação dos factores local (Caloura) e mês (Abril a Agosto) na comunidade em estudo ($p < 0,05$)

<i>p</i>	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
Caloura	0,02	0,001	0,027	0,001	0,015
Lagoa	0,848	0,727	0,17	0,615	0,004
Ponta Delgada	0,019	0,04	0,164	0,25	0,11

A análise para identificar os grupos mais responsáveis pelas diferenças observadas (Tabelas 2 e 3) revelou, para os blocos (Tabela 3), uma maior contribuição da rocha nua e de musgo algal (69,65% contribuição acumulada), seguida das algas incrustantes e por fim das cracas. A similaridade desta análise é de 66,75%.

Tabela 3 - Dissimilariedade média dos quatro grupos funcionais com maior percentagem de contribuição no habitat blocos por ordem decrescente de contribuição. (Abund. Méd. - Abundância média; Dens. Méd. - Densidade média; Diss/DP - Dissimilariedade/Desvio Padrão; % Contrib. - Percentagem de Contribuição)

<i>Similaridade média</i>		66,75		
Grupos Funcionais	Abund. Méd.	Dens. Méd.	Diss/DP	% Contrib.
Rocha Nua	2,27	25,37	3,02	38,01
Musgo Algal	2,08	21,12	1,55	31,64
Algas Incrustantes	1,37	9,78	0,83	14,66
Cracas	1,24	8,01	0,78	12

Na escoada (Tabela 4) a maior contribuição também é de musgo algal e da rocha nua (66,76%) mas as cracas e as litorinas contribuem com um valor de 29,05%. A similaridade desta análise é de 71,91%.

Tabela 4 - Dissimilariedade média dos quatro grupos funcionais com maior percentagem de contribuição no habitat escoada por ordem decrescente de contribuição. (Abund. Méd. - Abundância média; Dens. Méd. - Densidade média; Diss/DP - Dissimilariedade/Desvio Padrão; % Contrib. - Percentagem de Contribuição)

<i>Similaridade média</i>		71,91		
Grupos Funcionais	Abund. Méd.	Dens. Méd.	Diss/DP	% Contrib.
Rocha Nua	2,34	25,98	3,78	36,13
Musgo Algal	2,17	22,03	1,8	30,63
Cracas	1,78	15,33	1,36	21,32
Littorina/Melarhappe	1,01	5,56	0,69	7,73

No global para os dois habitats os grupos funcionais que mais contribuem para as diferenças são as algas incrustantes e as cracas com uma contribuição de 47,41% (Tabela 5). A dissimilaridade desta análise é de 32,65%.

Distribuição de *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

Tabela 5 - Comparação da dissimilaridade média dos quatro grupos funcionais com maior percentagem de contribuição, em ordem decrescente, entre os habitats blocos e escoada. (Abund. Méd. - Abundância média; Dens. Méd. - Densidade média; Diss/DP - Dissimilaridade/Desvio Padrão; % Contrib. - Percentagem de Contribuição)

<i>Dissimilaridade média</i>	32,65				
Grupos Funcionais	Abund. Méd. Blocos	Abund. Méd. Escoada	Dens. Méd.	Diss/DP	%Contrib.
Algas Incrustantes	1,37	0,72	7,78	1,23	23,83
Cracas	1,24	1,78	7,7	1,21	23,58
Littorina/Melarhappe	0,64	1,01	6,35	1,16	19,45
Musgo Algal	2,08	2,17	5,95	1,01	18,21
Rocha Nua	2,27	2,34	3,18	0,97	11,65

O teste MDS (Figura 6) para visualização da distribuição 2D dos dois habitats revelou diferenças significativas entre blocos e escoada (stress = 0,1 – razoável) (Kruskal,1964).

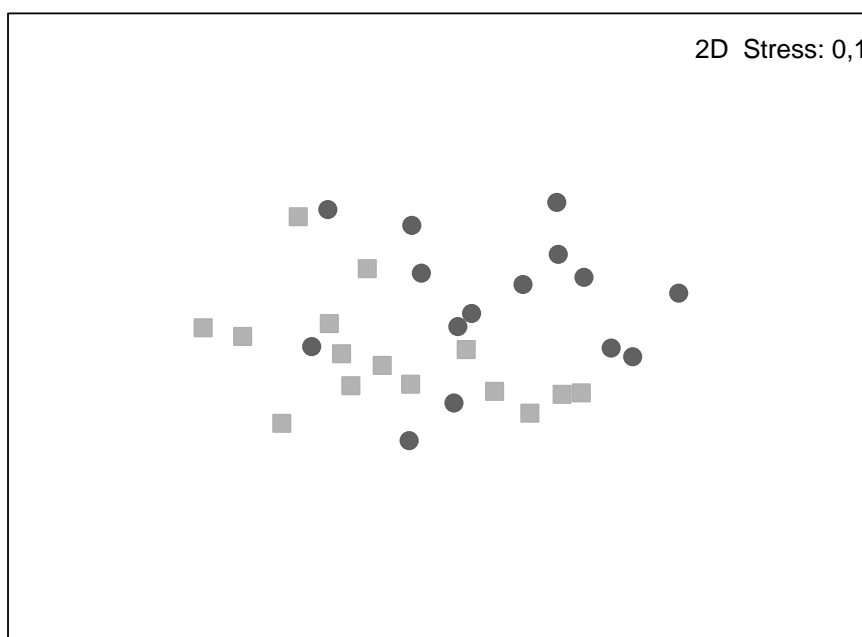


Figura 6 – Ordenação bidimensional não-paramétrica (nMDS) da comunidade intertidal. Cada ponto representa um habitat x local x mês. Círculos são habitat blocos e quadrados habitat escoada.

3.2 - Distribuição e abundância de *Patella candei*

Visualizando unicamente o habitat e ao longo do tempo de amostragem, independentemente do local, o número de indivíduos de *Patella candei* por área (625 cm^2) é superior nos blocos que na escoada mas também visualiza-se uma maior variação de média desta ocorrência nos blocos que na escoada (erro padrão, Figura 7).

Enquanto que na escoada visualiza-se um decréscimo de efectivos até Junho e Julho e um aumento em Agosto, nos blocos ocorre um aumento até Junho decrescendo em Julho e aumentando novamente em Agosto.

A densidade média por quadrado de amostragem, independente do mês, foi de 8,71 no habitat blocos e 4,89 no habitat escoada.

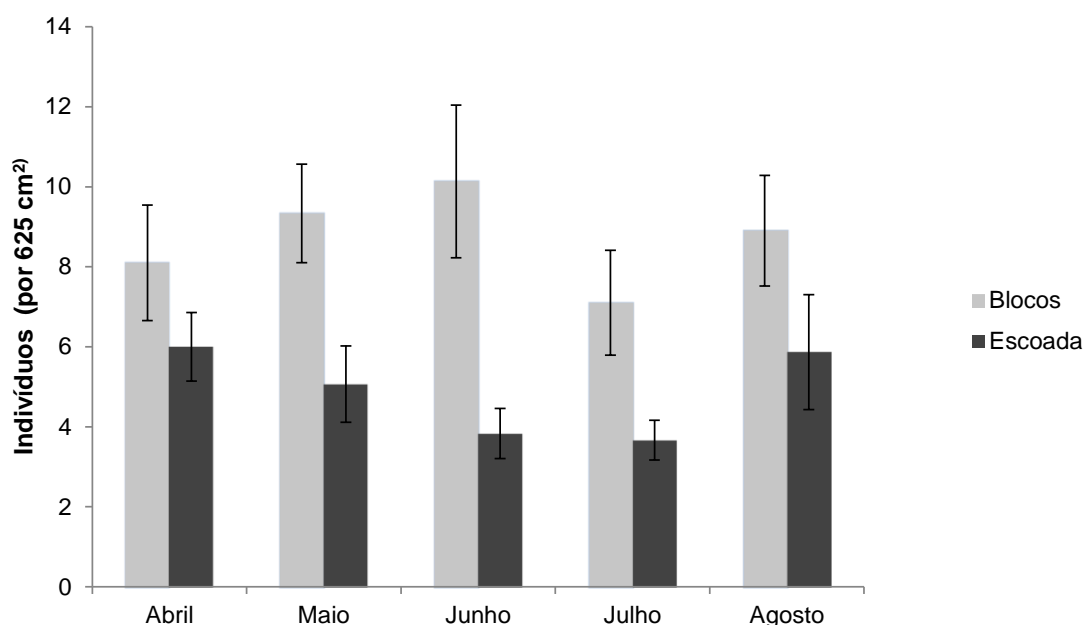


Figura 7 – Número médio de indivíduos de *P. candei* em cada habitat (blocos e escoada) ao longo do tempo de amostragem e respectivo erro-padrão.

A análise PERMANOVA revelou diferenças significativas no número total de indivíduos de acordo com o habitat e o mês (Tabela 6).

Distribuição de *Patella candei gomesii* d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

Tabela 6 – Análise de variância (PERMANOVA) efectuada ao número total de *P. candei* registado neste estudo (*p<0,05; **p<0,001).

	df	Tamanho <i>P. candei</i>	
		MS	F
Habitat	1	979,21	3,4813
Local	2	357,64	2,7435
Mês	4	38,733	0,29712
Habitat x Local	2	266,61	9,4179*
Habitat x Mês	4	22,797	0,80528
Local x Mês	8	130,36	3,6182**
Habitat x Local x Mês	8	28,309	0,78574

O teste *Pairwise* (Tabela 7) para avaliar qual dos locais estudados tinha influência nos dados dos números de lapas amostradas, revelou ser P. Delgada o local que mais influencia as diferenças observadas no número de indivíduos.

Tabela 7 – Comparação dos habitats (blocos e escoada) com o local (Caloura, Lagoa e Ponta Delgada) pelo teste Pair-wise (*p<0,05).

			Lagoa	<i>Blocos</i>	<i>Escoada</i>
			<i>Blocos</i>	9,12	
Ponta Delgada*	<i>Blocos</i>	<i>Escoada</i>	<i>Escoada</i>	8,1632	6,96
	<i>Blocos</i>				
			Caloura	<i>Blocos</i>	<i>Escoada</i>
			<i>Blocos</i>	4,3535	
			<i>Escoada</i>	4,0552	3,4441

Em termos de tamanho, encontramos os exemplares maiores em escoada, sem grandes diferenças entre os meses (Figura 8). No habitat blocos, visualiza-se que com o tempo de amostragem há um decréscimo do comprimento total encontrado neste habitat.

Distribuição de Patella candei gomesii d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

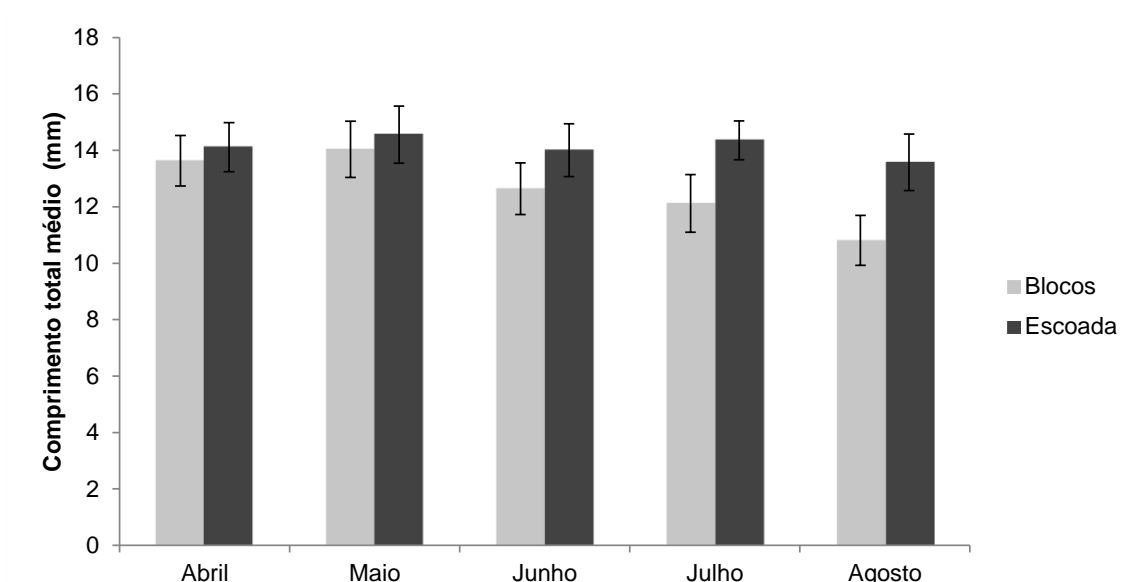


Figura 8 – Tamanho médio, em milímetros, de *P. candei* durante o tempo de amostragem em cada habitat (blocos e escoada) e respectivo erro-padrão.

A comparação da variação do tamanho de *P. candei* entre os habitats estudados (blocos e escoada) pelo teste Kolmogorov-Smirnov (Figura 9), revela claramente uma divergência entre blocos e escoada.

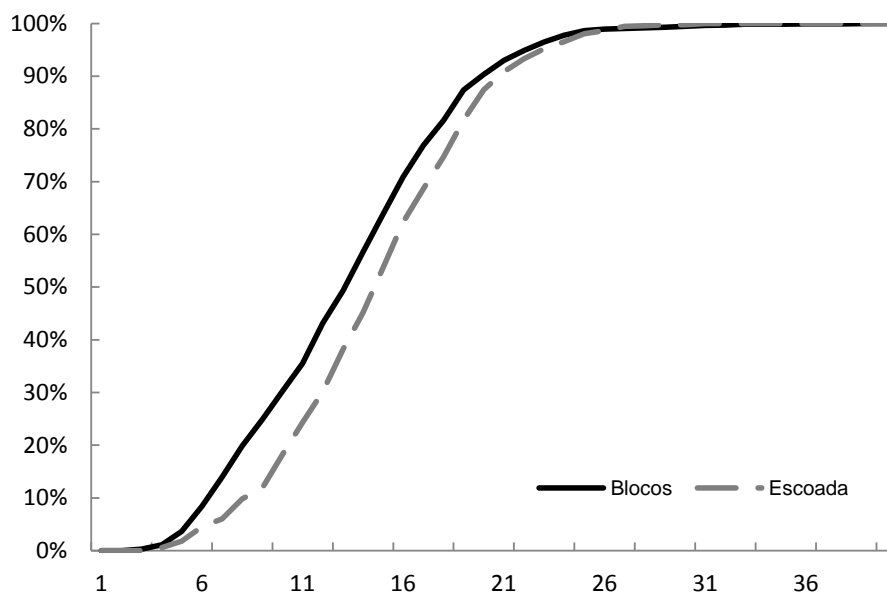


Figura 9 - Teste de Kolmogorov - Smirnov realizado aos comprimentos totais e número de *P. candei* amostrada entre habitats (blocos e escoada) ($D=0,30$; $p=0,043$)

Cruzando os dados do número médio de indivíduos com o tamanho médio encontrado (Figura 10) podemos visualizar que o número médio de indivíduos é mais baixo em escoada, habitat onde os indivíduos são, em média, maiores.

Distribuição de Patella candei gomesii d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

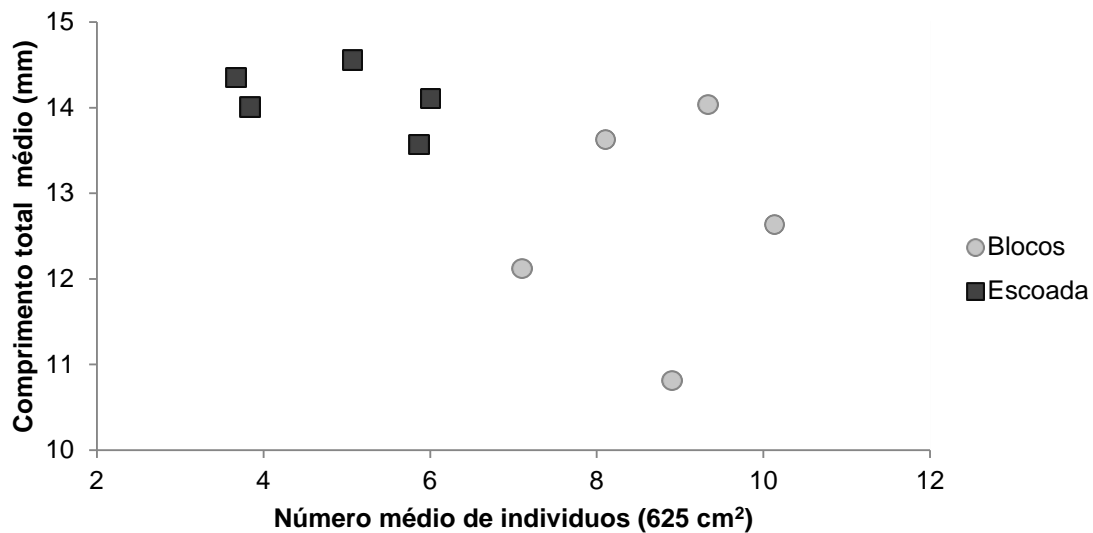


Figura 10 – Número médio de indivíduos (625 cm²) por tamanho médio em milímetros de *P. candei* em cada habitat (blocos e escoada)

A comparação dos dados dos vários organismos que partilham o habitat com *P. candei*, revelou uma correlação para litorinas (figura 11) e cracas (Figura 12). Porém as diferenças não são significativas ($R^2 = 0,0011$ para litorinas; $R^2 = 0,004$ para cracas).

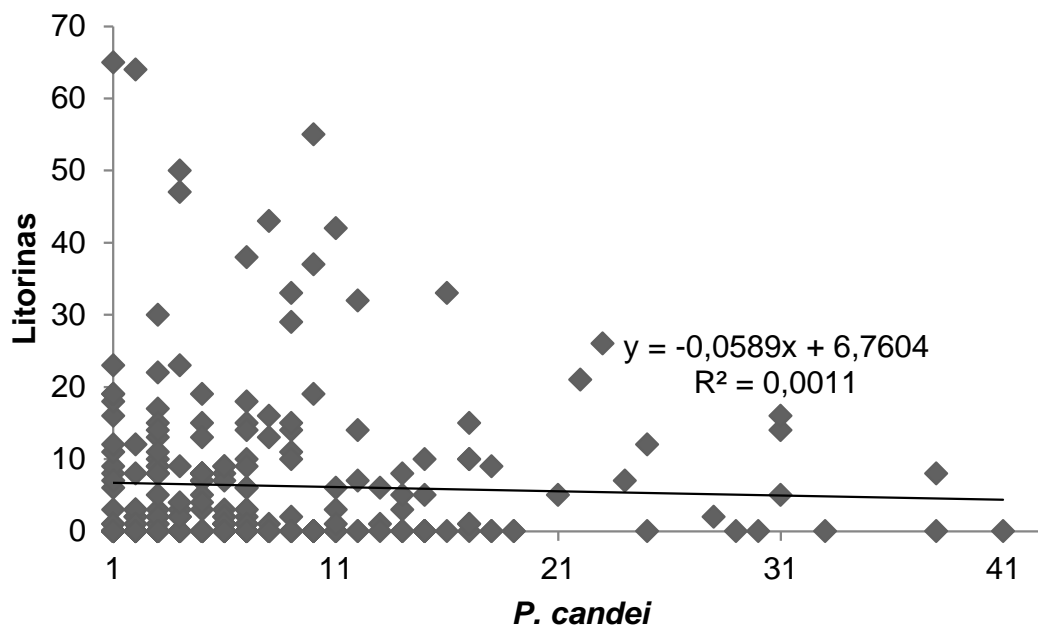


Figura11 – Correlação entre o número de litorinas e o número de lapas *P. candei* encontradas em todas as amostragens realizadas neste trabalho.

Distribuição de Patella candei gomesii d'Orbigny 1839 em diferentes tipologias de habitats naturais em S. Miguel, Açores

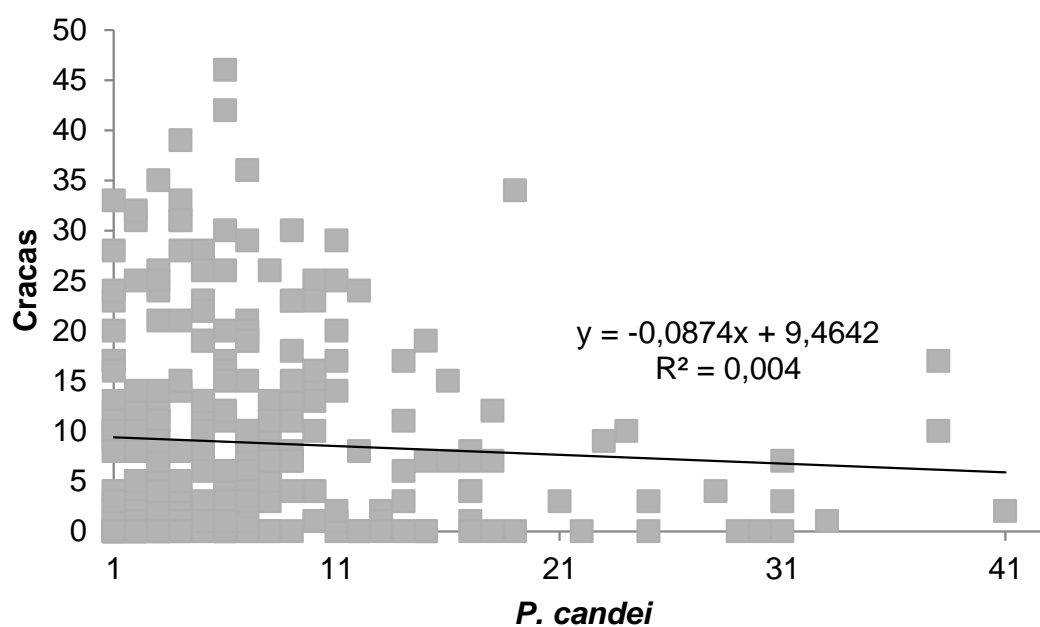


Figura 12 – Correlação entre a percentagem de cracas e o número de *P. candei* em todas as amostragens realizadas neste trabalho.

4 - Discussão

4.1 - Comunidade

Os resultados do presente trabalho revelam que a comunidade em estudo, em ambas as categorias de substrato, é predominantemente dominada por musgo algal e rocha nua onde raras exceções, a cobertura foi superior a 20%. No habitat blocos, à excepção do mês de Abril, a percentagem de cobertura de musgo algal manteve-se elevada e praticamente constante entre os restantes meses; em escoada houve em todos os meses variações de percentagem de cobertura deste grupo funcional (cf. Fig. 4). Estas diferenças foram significativas (cf. Tabela 1).

Estes resultados vão ao encontro do que Wallenstein *et al.* (2008) e Martins *et al.* (2010a;b) reportaram anteriormente para os Açores e estão relacionados com a dinâmica existente entre as populações de algas e invertebrados no litoral rochoso dos Açores. Herbívoros como as lapas e as litorinas alimentam-se de microalgas, biofilme e de propágulos algais (Thompson *et al.*, 2005; Jenkins & Hartnoll, 2001). Isto associado à elevada apanha de lapas para consumo e de algas para a pesca, deixa a rocha desocupada, aumentando a percentagem de substrato livre e criando espaço para o recrutamento de espécies.

Dos grupos menos abundantes, as algas incrustantes foram dominantes em blocos e as cracas dominaram em escoada. Estes dois grupos foram os que mais contribuíram (47,41%) para a dissimilaridade observada (32,65%) entre aqueles dois habitats (cf. Tabela 5). Estes resultados, vão mais uma vez, ao encontro do que está reportado para o litoral dos Açores (Wallenstein *et al.*, 2008), onde o crescimento de algas crostosas constitui o primeiro estrato vegetal em muitos habitats (Neto *et al.*, 2005). A predominância registada nos blocos sobre a escoada está provavelmente relacionada com a metodologia de trabalho seguida neste estudo em que as leituras foram efectuadas sobre imagens, podendo a crosta no habitat escoada estar coberta pelo segundo estrato algal de musgo e por isso ter passado despercebida. No que concerne às cracas a maior abundância em escoada é comum uma vez que este habitat

representa maior estabilidade à fixação de organismos filtradores como as cracas (Chesson, 2000).

De entre os grupos menos representativos, as litorinas encontraram-se em maior abundância na escoada sendo os caranguejos ligeiramente mais abundantes nos blocos, embora pouco representativos em ambos os habitats. Estes resultados reflectem a distribuição típicas das populações destes organismos no litoral açoriano (Hawkins *et al.*, 1990; Costa, 2003).

4.2 - Distribuição e abundância de *Patella candei*

A densidade média por quadrado de amostragem (625 cm²), independente do mês, foi de 8,71 indivíduos no habitat blocos e 4,89 indivíduos no habitat escoada. Este resultado está de acordo com o de Martins *et al.* (2009) onde em 2008 a abundância média de lapas em São Miguel (Caloura) era de 7,2 indivíduos por metro quadrado.

A quantidade de indivíduos de *Patella candei* por área (625 cm²) foi superior nos blocos que na escoada ocorrendo também maior variação naquele habitat ao longo do tempo. Ponta Delgada foi o local onde as diferenças foram mais significativas. A remoção de recursos tem maior efeito na linha de costa tanto a escala regional como local, tendo aumentado nos últimos anos nos países desenvolvidos devido à pressão exercida sobre os recursos pela expansão das populações humanas (Weber e Hawkins, 2002). O local Ponta Delgada, ao contrário dos outros dois locais, encontra-se no principal centro populacional da ilha. Esse facto leva a que seja mais fácil o seu acesso para exploração. A preferência por um substrato mais estável como a escoada é provavelmente o principal responsável pelo menor número de indivíduos encontrados neste habitat.

A comparação do número e tamanho dos indivíduos de *P. candei* entre os dois habitats revelou que o menor número de organismos e os exemplares de maior tamanho se encontraram em escoada não apresentando grandes variações ao longo do tempo. Este resultado pode estar relacionado com a maior estabilidade oferecida por este habitat ou ser simplesmente um reflexo de um diferente esforço de exploração antrópica (apanha de lapa) nos dois habitats. Está reportado que quando o recrutamento é elevado, a média do tamanho dos

indivíduos é afectada e que um maior número de indivíduos de comprimento total menor é um sinal de sobreexploração (Thompson *et al.*, 1996). Sabe-se igualmente que numa comunidade intertidal constituída por algas e invertebrados, estes últimos abrigam-se entre a cobertura algal (Thompson *et al.*, 1996; Nybakken, 1997; Morton *et al.*, 1998; Wallenstein *et al.*, 2008; Martins *et al.*, 2010a), podendo assim escapar à predação natural ou exploração antrópica. O desenho do presente estudo não nos permite, contudo, tirar conclusões.

5 - Bibliografia

- AIROLDI, L. & HAWKINS, S. J. 2007. Negative effects of sediment deposition on grazing activity and survival of the limpet *Patella vulgata*. *Marine Ecology Progress Series*, 332, 235-240.
- BARNES, R. S. K. & HUGHES, R. N. 1999. *An introduction to Marine Ecology*, Padstow, Cornwall, Tj International Ltd.
- BARNES, D. K. A. 2000. Diversity, recruitment and competition on island shores at south-polar localities compared with lower latitudes: encrusting community examples. *Hydrobiologia*, 440, 37-44.
- BENEDETTI-CECCHI, L., MAGGI, E., BERTOCCI, I., VASELLI, S., MICHELI, F., OSIO, G. C. & CINELLI, F. 2003. Variation in rocky shore assemblages in the northwestern Mediterranean: contrasts between islands and the mainland. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 293, 193-215.
- CABRAL, J. P. & JORGE, R. M. N. 2007. Compressibility and shell failure in the European Atlantic *Patella* limpets. *Marine Biology*, 150, 585-597.
- CHESSON, P. 2000. Mechanisms of Maintenance of Species Diversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 31, 343-366.
- CLARKE, K. & GORLEY, R. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*, Plymouth, PRIMER-E.
- CÔRTE-REAL, H. B. S. M., HAWKINS, S. J. & THORPE, J. P. 1996. Population differentiation and taxonomic status of the exploited limpet *Patella candei* in the Macaronesian islands (Azores, Madeira, Canaries). *Marine Biology*, 125, 141-152.
- COSTA, A.C., 2003. *Diversidade de invertebrados das Comunidades Algais do Subtidal de São Miguel e Perturbação Ambiental*. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 196 pp.

- CUNHA, L., MARTINS, G. M., AMARAL, A. & RODRIGUES, A. 2007. A case of simultaneous hermaphroditism in the Azorean endemic limpet *Patella candei gomesii* (Mollusca: Patellogastropoda), a gonochoristic species. *Invertebrate Reproduction and Development*, 50:4, 203-205.
- CÚRDIA, J., RODRIGUES, A. S., MARTINS, A. M. F. & COSTA, M. J. 2005. The reproductive cycle of *Patella candei gomesii* Drouët, 1858 (Mollusca: Patellogastropoda), an Azorean endemic subspecies. *Invertebrate Reproduction and Development*, 48(1-3), 137-145.
- DIONÍSIO, M., RODRIGUES, A. & COSTA, A. 2007. Reproductive biology of *Megabalanus azoricus* (Pilsbry), the Azorean Barnacle. *Invertebrate Reproduction & Development*, 50:3, 155-162.
- FERRAZ, R. R., MENEZES, G. M. & SANTOS, R. S. 2001. Limpet (*Patella* spp.) (Mollusca: Gastropoda) exploitation in the Azores, during the period 1993–1998. *Arquipélago — Life and Marine Sciences*, Suppl. 2 (Part B), 59-65.
- GUERRA, M. T. & GAUDÊNCIO, M. J. 1986. Aspects of the Ecology of *Patella* Spp. on the Portuguese Coast. *Hydrobiologia*, 142, 57-69.
- GYORY, J., MARIANO, A. J. & RYAN, E. H. 2013. "The loop current." *Ocean Surface Currents*. [Online]. Available: <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/atlantic/loop-current.html>.
- HAWKINS, S. J., BURNAY, L. P., NETO, A. I., TRISTÃO-DA-CUNHA, R. & MARTINS, A. M. F. 1990. A description of the zonation patterns of molluscs and other important biota on the south coast of São Miguel, Azores. *Açoreana, Suppl.*, 21–38.
- HAWKINS, S. J., CÔRTE-REAL, H. B. S. M., PANNACCIULLI, F. G., WEBER, L. C. & BISHOP, J. D. D. 2000. Thoughts on the ecology and evolution of the intertidal biota of the Azores and other Atlantic islands. *Hydrobiologia*, 440, 3-17.

- JENKINS, S. R. & HARTNOLL, R. G. 2001. Food supply, grazing activity and growth rate in the limpet *Patella vulgata* L.: a comparison between exposed and sheltered shores. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 258, 123-139.
- JUSTEL, A., PENÃ, D. & ZAMAR, R. 1997. A Multivariate Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit. *Statistics & Probability Letters*, 35, 251-259.
- KOHLER, K. E. & GILL, S. M. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences*, 32, 1259-1269.
- KRUSKAL, J. B. 1964. Multidimensional Scaling by Optimizing Goodness of Fit to a Nonmetric Hypothesis. *Psychometrika*, 29, 1-27.
- MARTINS, G. M. 2009. *Community structure and dynamics of the azorean rocky intertidal: exploitation of keystone species*. Doctor of Philosophy, University of Plymouth. 241 pp.
- MARTINS, G. M., JENKINS, S. R., HAWKINS, S. J., NETO, A. I. & THOMPSON, R. C. 2008a. Exploitation of rocky intertidal grazers: population status and potential impacts on community structure and functioning. *Aquatic Biology*, 3, 1-10.
- MARTINS, G. M., THOMPSON, R. C., HAWKINS, S. J., NETO, A. I. & JENKINS, S. R. 2008b. Rocky intertidal community structure in oceanic islands: scales of spatial variability. *Marine Ecology Progress Series*, 356, 15-24.
- MARTINS, G. M., THOMPSON, R. C., NETO, A. I., HAWKINS, S. J. & JENKINS, S. R. 2010a. Enhancing stocks of the exploited limpet *Patella candei* d'Orbigny via modifications in coastal engineering. *Biological Conservation*, 143, 203-211.
- MARTINS, G. M., THOMPSON, R. C., NETO, A. I., HAWKINS, S. J. & JENKINS, S. R. 2010b. Exploitation of intertidal grazers as a driver of community divergence. *Journal of Applied Ecology*, 47, 1282-1289.

MARTINS, G. M., JENKINS, S. R., HAWKINS, S. J., NETO, A. I., MEDEIROS, A. R. & THOMPSON, R. C. 2011. Illegal harvesting affects the success of fishing closure areas. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91, 929-937.

MORAIS, S., BOAVENTURA, D., NARCISO, L., RE, P. & HAWKINS, S. J. 2003. Gonad development and fatty acid composition of *Patella depressa* Pennant (Gastropoda : Prosobranchia) populations with different patterns of spatial distribution, in exposed and sheltered sites. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 294, 61-80.

MORTON, B., BRITTON, J. C. & MARTINS, A. M. F. 1998. *Coastal Ecology of the Açores*, Ponta Delgada, Sociedade Afonso Chaves.

NAKANO, T. & OZAWA, T. 2007. Worldwide phylogeography of limpets of the order Patellogastropoda: molecular, morphological and palaeontological evidence. *Journal of Molluscan Studies*, 73, 79-99.

NYBAKKEN, J. W. 1997. *Marine Biology: An Ecological Approach*, Reading, Massachusetts, Addison Wesley Longman, Inc.

RIBEIRO, P. A. 2008. *Dispersal and Connectivity of Northeastern Atlantic Patellid Limpets: A Multidisciplinary Approach*. Doctor of Philosophy, University of Southampton.

TAVARES, A. S. S. 2007. *Análise da estruturação genética da sub-espécie Patella candei gomesii Drouet 1858 (Mollusca: Gastropoda: Patellidae) no arquipélago dos Açores*. Mestre em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Universidade do Porto. 88 pp.

THOMPSON, R. C., WILSON, B. J., TOBIN, M. L., HILL, A. S. & HAWKINS, S. J. 1996. Biologically generated habitat provision and diversity of rocky shore organisms at a hierarchy of spatial scales. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 202, 73-84.

THOMPSON, R. C., CROWE, T. P. & HAWKINS, S. J. 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29, 168-191.

THOMPSON, R. C., MOSCHELLA, P. S., JENKINS, S. R., NORTON, T. A. & HAWKINS, S. J. 2005. Differences in photosynthetic marine biofilms between sheltered and moderately exposed rocky shores. *Marine Ecology Progress Series*, 296, 53-63.

WALLENSTEIN, F., NETO, A., ALVARO, N. V. & SANTOS, C. 2008. Algae-based biotopes of the Azores (Portugal): spatial and seasonal variation. *Aquatic Ecology*, 42, 547-559.

WALLENSTEIN, F. M., TERRA, M. R., POMBO, J. & NETO, A. I. 2009. Macroalgal turfs in the Azores. *Marine Ecology-an Evolutionary Perspective*, 30, 113-117.

WEBER, L. I. & HAWKINS, S. J. 2002. Evolution of the limpet *Patella candei* d'Orbigny (Mollusca, Patellidae) in Atlantic archipelagos: human intervention and natural processes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 77, 341–353.